

Räumliche Struktur der Ergebnisse der Abgeordnetenhauswahl von Berlin am 18. September 2016 - ein Werkstattbericht: Sind Choroplethenkarten alternativlos?

Bömermann, Hartmut

Veröffentlichungsversion / Published Version

Arbeitspapier / working paper

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Bömermann, H. (2017). Räumliche Struktur der Ergebnisse der Abgeordnetenhauswahl von Berlin am 18. September 2016 - ein Werkstattbericht: Sind Choroplethenkarten alternativlos? *Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin-Brandenburg*, 1, 58-67. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-61264-9>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more Information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Wahlen

▣ Räumliche Struktur der Ergebnisse der Abgeordnetenhauswahl von Berlin am 18. September 2016 – ein Werkstattbericht

Sind Choroplethenkarten alternativlos?

von **Hartmut Bömermann**

Gleiche und geheime Wahlen sind konstitutiv für eine Demokratie. Der eigentliche Wahlakt gehört – mit Verweis auf das Wahlgeheimnis und die Manipulationssicherheit des Verfahrens – zur analogen Welt, die Wahlvorbereitung und die Durchführung der Wahl ist – mit Ausnahme der versandten Wahlbenachrichtigungen und Briefwahlunterlagen – digitalisiert. Die bei Wahlen entstehenden Daten über die Ergebnisse in den Wahllokalen und Auszählbezirken sowie der Zuschnitt dieser Wahllokalbezirke – die Geometrien – können für raumbezogene Wahlanalysen verwendet werden. Zwar weisen diese Daten wegen des Wahlgeheimnisses keine Individualinformationen auf, dafür können sie flächendeckend untersucht und eingeordnet werden. Wo liegen die räumlichen Schwerpunkte der Parteien, ihre „Hot Spots“? Gibt es stadtgescichtliche und soziodemografische Determinanten? Dieser Beitrag über die Abgeordnetenhauswahl 2016 versteht sich als explorativ und datengetrieben. Die AfD, über die vergleichsweise wenig bekannt ist, wird einen Fokus bilden. Kritisch betrachtet wird auch die thematische Kartierung von Wahlergebnissen.

Rückblick

Am 18. September 2016 wurde das Abgeordnetenhaus von Berlin neu gewählt. Zur Stimmabgabe waren 2,5 Mill. wahlberechtigte Berlinerinnen und Berliner aufgerufen. Von ihrem Wahlrecht machten 66,9% Gebrauch; bei der Abgeordnetenhauswahl 2011 waren es lediglich 60,2% [1], [2]. Die Möglichkeit zur Stimmabgabe durch eine Briefwahl nutzten 29,2% der Wählerinnen und Wähler.

Stärkste Partei wurde die SPD mit 21,6%, gefolgt von der CDU mit 17,6% der Zweitstimmen (Tabelle 1). Die Zweierkoalition des alten Senats aus SPD und CDU konnte damit bereits rein rechnerisch nicht mehr fortgeführt werden. Der neue Senat wird durch eine Dreierkoalition aus SPD, GRÜNE und DIE LINKE gebildet. Die Internetpartei PIRATEN – gemessen an den Stimmengewinnen der Überraschungsgewinner der Wahl von 2011 – ist im neuen Abgeordnetenhaus nicht mehr vertreten. Als Parlamentsneuling schaffte es die AfD mit 14,2% in das Berliner Landesparlament.

Wahlanalysen und raumbezogene Daten

Wahlanalysen basieren auf meist telefonischen, aber auch webbasierten Umfragen mit einer projektiven „Sonntagsfrage“, Exit Poll-Befragungen von Wahllokalwählern am Wahltag im Anschluss an die erfolgte Stimmabgabe sowie der gesetzlich geregelten amtlichen repräsentativen Wahlstatistik, die für Berlin und Brandenburg vom Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (AfS) durchgeführt wird, und der analytischen Verwendung der Daten aller Wahllokalergebnisse [3], [4]. Dieser zuletzt genannte Ansatz

wird als Aggregatdatenanalyse bezeichnet (jedes Wahllokal ist dabei ein Aggregat). Untersucht wird die räumliche Verteilung der Wählerinnen und Wähler bzw. Nichtwählerinnen und Nichtwähler und der für eine Partei abgegebenen Stimmen. Diese Verteilung kann mit anderen Merkmalen, meist sozialstrukturellen Daten oder Vorwahlergebnissen, in Beziehung gesetzt werden.

Eine bis in das frühe 20. Jahrhundert zurückreichende wahlstatistische Tradition verwendet Karten der Wahlergebnisse als Untersuchungsinstrument. Vom Amt für Statistik Berlin-Brandenburg werden die Ergebnisse der Abgeordnetenhauswahl in einem interaktiven Atlas präsentiert, der auch ein Umschalten zwischen verschiedenen räumlichen Darstellungsebenen, den Aggregatniveaus, zulässt [5].

Verfügbare räumliche Darstellungsebenen

Das Land Berlin ist flächendeckend für die Wahl der angetretenen Parteien und Kandidatinnen bzw. Kandidaten zum Abgeordnetenhaus in Teilgebiete untergliedert [6]. Für die Stimmabgabe wurden 1779 Wahlbezirke mit Wahllokalen festgelegt und eingerichtet. Hier gaben 1,18 Mill. Wählerinnen und Wähler ihre Stimme ab. 490 000 Wählerinnen und Wähler

1 | Zweitstimmenanteile ausgewählter Parteien bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

Partei	%	Differenz zur Vorwahl 2011
		%-Punkte
SPD	21,6	-6,7
CDU	17,6	-5,7
GRÜNE	15,2	-2,4
DIE LINKE ...	15,6	3,9
PIRATEN	1,7	-7,2
FDP	6,7	4,9
AfD	14,2	14,2
Sonstige	7,4	-1,0

entschieden sich für eine Briefwahl; diese Stimmen können keinem dieser Wahllokale zugeordnet werden.

Bezeichnung	Anzahl der Einheiten
Bezirk (Wahlkreisverband)	12
Wahlkreis.....	78
Briefwahlbezirk.....	653
Wahlbezirk (Wahllokal).....	1 779

Bei der feinräumlichen Darstellung der Wahlergebnisse auf der Ebene der 1779 Wahllokale bleiben dadurch die per Briefwahl abgegebenen Stimmen unberücksichtigt.

Aus der Auswertung der Ergebnisse nach Urnen- und Briefwahl wissen wir, dass Briefwählerinnen und -wähler andere Parteipräferenzen zeigen als Wahllokalwählerinnen und -wähler. Somit ist die alleinige Betrachtung der Wahllokalergebnisse verzerrt gegenüber der tatsächlichen Ergebnisverteilung.

Für eine feinräumliche Darstellung der Ergebnisse bzw. deren Analyse sind die 653 Briefwahlbezirke als Nachweisebene gut geeignet, da auf dieser Aggregationsebene Wahllokal- und Briefwähler zusammen ausgewiesen werden und sich so ein unverzerrtes Ergebnis der Stimmenverteilung darstellen lässt.

Die Bezeichnung „Briefwahlbezirk“, die aus der Organisation der Stimmenaushändigung herrührt, ist leider etwas irritierend. Vereinfachend können die Briefwahlbezirke durchaus als „Kiez“ verstanden werden, um eine griffigere Vorstellung zu bekommen.

Für die folgenden Berechnungen und die Diagramm- bzw. die Kartenerstellung wurde überwiegend die Statistik-Programmiersprache R verwendet [7], [8]. Einzelne Berechnungen wurden mit dem Segregation Analyzer [9] bzw. GeoDa [10] durchgeführt. Wahldaten und Geometrien sind unter einer offenen Lizenz veröffentlicht und über das Open Data-Portal des Landes Berlin oder des Bundes recherchier- und downloadbar [11].

Wie homogen sind die Parteienteile im Stadtgebiet verteilt?

Die Stimmenanteile, die die Parteien in den 653 Briefwahlbezirken erzielten, weisen über das Stadtgebiet betrachtet große Unterschiede auf (Tabelle 2). Die SPD gewann zwischen 12,4 % und 34,6 % der abgegebenen gültigen Zweitstimmen, das entspricht einer Spannweite zwischen dem größten und dem kleinsten Wert von 22,2 Prozentpunkten. Noch grö-

ßer sind die Spannweiten der GRÜNEN (38,8 Prozentpunkte) und von DIE LINKE (36,2 Prozentpunkte). Die AfD erreichte zwischen 2,5 % und 30,7 % der gültig stimmenden Wählerinnen und Wähler. Die Spannweite beträgt hier 28,2 Prozentpunkte.

Eine große Partei – gemessen am stadtweit erzielten Niveau – weist in aller Regel eine größere Spannweite auf als eine kleine Partei. Diesen Effekt neutralisiert der Varianzkoeffizient, der die Streuung (genauer: die Standardabweichung) mit dem Mittelwert skaliert. Werte über 50 % und damit eine große Variationsweite haben GRÜNE, DIE LINKE und die FDP (deren Spannweite geringer ist). Die AfD weist ebenfalls einen vergleichsweise hohen Koeffizienten auf. Deutlich ausgeglichener als alle anderen Parteien ist die SPD über die Briefwahlbezirke verteilt (Varianzkoeffizient: 16,8 %). Die andere traditionelle Volkspartei, die CDU, ist dagegen durch deutliche Stärkenunterschiede im Stadtgebiet charakterisiert (Varianzkoeffizient: 44,7 %).

Die Frage der Ergebnisunterschiede für eine Partei im Stadtgebiet lässt sich weiter zuspitzen: Konzentrieren sich die Wählerinnen und Wähler einer Partei auf nur wenige Wahlgebiete? Anders formuliert: Ist das absolute Stimmenaufkommen einer Partei eher räumlich konzentriert oder verteilt es sich über viele, vielleicht sogar alle Wahlgebiete gleichmäßig? Die Stärke der Konzentration kann mit dem Gini-Koeffizienten gemessen werden (Tabelle 3). Ein gleichmäßiges Aufkommen über alle Wahlgebiete (Gini = 0) trifft für keine Partei zu; eine vollständige Konzentration (Gini = 1) ebenfalls nicht. Die geringste Konzentration zeigt sich bei der SPD (0,12), während GRÜNE (0,39) und DIE LINKE (0,36) vergleichsweise stark konzentriert sind. Die AfD kommt auf einen Gini-Wert von 0,29, ist folglich weniger auf Schwerpunktgebiete konzentriert als GRÜNE oder DIE LINKE. Diese Konzentrationsbefunde decken sich mit den Erwartungen aus den Streuungsergebnissen.

Koexistenz und Gegensatz im „Kiez“?

Parteien haben ihre (relativen oder absoluten) Hochburgen und ihre Diasporagebiete, in denen sie einen geringeren Zuspruch erfahren. Wie koexistieren die Parteien in den kleinräumigen Gebieten? Gibt es vielleicht sogar „repulsive“ Wirkungen? Diese Frage soll mittels einer (ökologischen) Korrelation der Parteienteile auf Basis der Briefwahlbezirke kurz beleuchtet werden.

2 | Stimmenanteile ausgewählter Parteien und deren Streuung bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

Partei	Anteil an den Zweitstimmen %	Streuung der Anteilswerte zwischen den Briefwahlbezirken			
		Minimum	Maximum	Spannweite %-Punkte	Varianzkoeffizient %
SPD	21,6	12,4	34,6	22,2	16,8
CDU	17,6	4,5	38,1	33,6	44,7
GRÜNE	15,2	2,3	41,1	38,8	58,9
DIE LINKE ...	15,6	2,9	39,3	36,2	53,5
FDP	6,7	1,3	24,1	22,8	59,0
AFD	14,2	2,5	30,7	28,2	44,1

Basis: Gültige Stimmen, 653 Briefwahlbezirke

3 | Räumliche Konzentration des Stimmenaufkommens ausgewählter Parteien bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

Partei	Gini-Koeffizient
SPD	0,12
CDU	0,31
GRÜNE	0,39
DIE LINKE ...	0,36
FDP	0,34
AFD	0,29

In Tabelle 4 sind die Koeffizienten für die paarweise Korrelation der Parteienteile zusammengestellt. SPD und DIE LINKE korrelieren mit $-0,54$, das heißt in Gebieten, in denen die SPD überdurchschnittlich abschnitt, war DIE LINKE nur unterdurchschnittlich erfolgreich. CDU und FDP sind mit $0,67$ positiv korreliert, sie sind also räumlich eher koexistierende Parteien. Besonders auffällig ist die AfD, die schwache positive Korrelationen mit den Anteilen der CDU ($0,14$) und DIE LINKE ($0,14$) aufweist, aber sehr stark negative Korrelationen mit den GRÜNEN ($-0,91$).

Dieser auffälligen (negativen) Korrelation der AfD mit den GRÜNEN soll detaillierter nachgegangen werden. Dazu werden die Beziehung zwischen der AfD und den GRÜNEN sowie weiteren Parteien in einem Streudiagramm dargestellt (Abbildung a 1 bis a 4). Jeder einzelne Briefwahlbezirk wird durch einen Punkt im Diagramm repräsentiert; die Lage des Punktes (des Briefwahlbezirks) ist durch jeweils zwei

Parteienteile als XY-Koordinatenwerte bestimmt. In der Abbildung a ist die AfD gegen die SPD abgetragen. Das Ergebnis zeigt eine Punktwolke. In der Punktwolke ist der Briefwahlbezirk mit dem höchsten AfD-Anteil Marzahn-Hellersdorf 3G. Die AfD kam

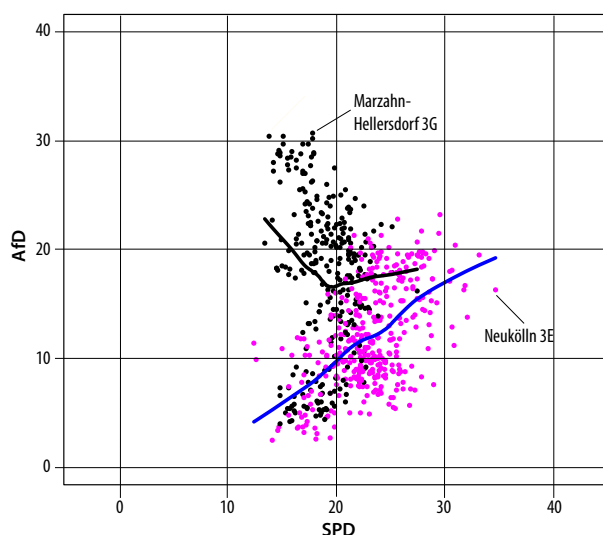
4 | Korrelation der Anteile ausgewählter Parteien bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

Partei	SPD	CDU	GRÜNE	DIE LINKE	FDP
SPD	1				
CDU	0,2896	1			
GRÜNE	-0,1454	-0,4104	1		
DIE LINKE	-0,5350	-0,8240	0,0462	1	
FDP	0,1770	0,6708	0,0846	-0,7634	1
AfD	-0,0042	0,1441	-0,9066	0,1374	-0,3236

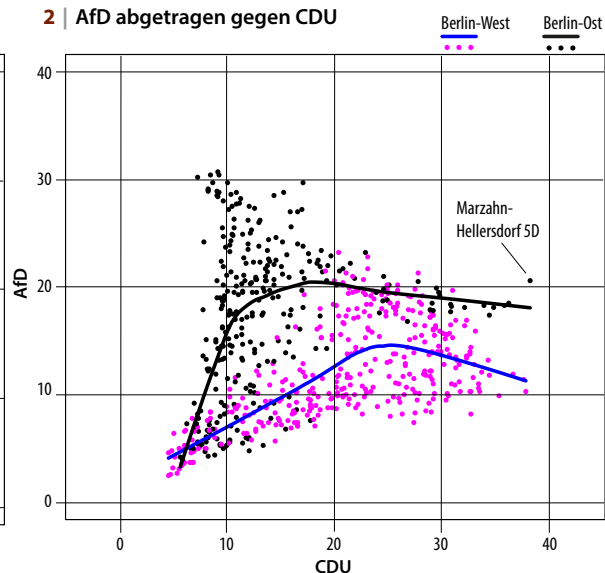
Gewichtete Produkt-Moment-Korrelation der Anteile der Parteien an den Zweitstimmen, Basis: Gültige Stimmen; 653 Briefwahlbezirke

a | Zweitstimmenanteile der AfD abgetragen gegen die Anteile ausgewählter Parteien bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

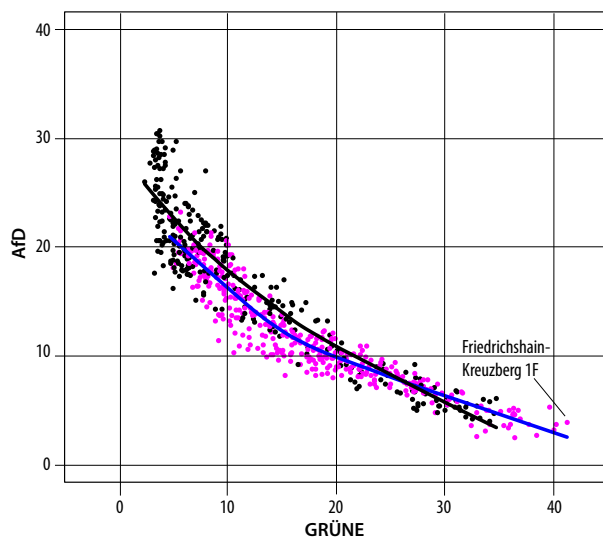
1 | AfD abgetragen gegen SPD



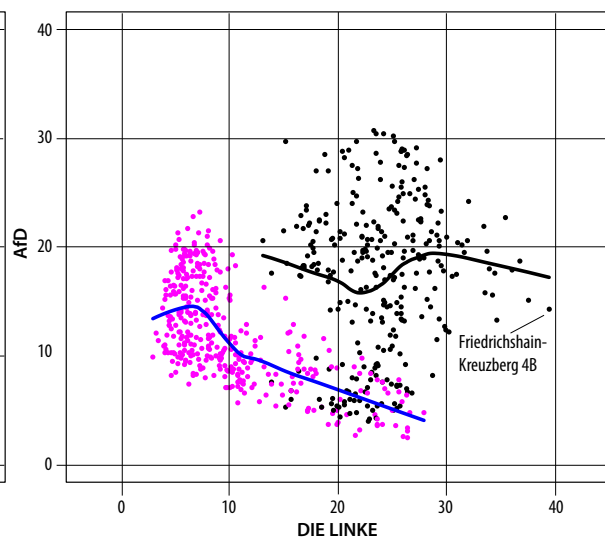
2 | AfD abgetragen gegen CDU



3 | AfD abgetragen gegen GRÜNE



4 | AfD abgetragen gegen DIE LINKE



Basis: 653 Briefwahlbezirke; Lowess-Anpassungskurve

hier auf 30,7% und die Sozialdemokraten erzielten 17,8%. Diese Werte bestimmen die Lage des Briefwahlbezirks in der Abbildung a 1. Ebenfalls in dieses Diagramm namentlich eingetragen ist der Briefwahlbezirk Neukölln 3E, in dem die SPD ihr bestes Ergebnis mit 34,6% erzielte. In den Abbildungen 1 b bis 1 d wurde entsprechend verfahren. Weitere namentlich hervorgehobene Briefwahlbezirke sind:

Das Streudiagramm AfD/SPD zeigt eine gebogene

Briefwahlbezirk	Abbildung	Parteianteil in %
Marzahn-Hellersdorf 3G.....	a 1	AfD ... 30,7 SPD 17,8
Neukölln 3E.....	a 1	AfD ... 16,3 SPD 34,6
Marzahn-Hellersdorf 5D.....	a 2	AfD ... 20,6 CDU 38,1
Friedrichshain-Kreuzberg 1F.	a 3	AfD ... 3,9 GRÜNE ... 41,1
Friedrichshain-Kreuzberg 4B.	a 4	AfD ... 14,3 DIE LINKE 39,3

Anordnung der Punktwolke, die durch die farbliche Unterscheidung der Punkte (Briefwahlbezirke) nach ihrer Lage in Berlin-Ost bzw. Berlin-West erkennbar an Struktur gewinnt. Auffällig ist, dass Teile der Datenwolke deutlich nach der historisch-geografischen Ost- und Westhälfte separiert sind. Durch die Berechnung einer Anpassungskurve, die getrennt nach Stadthälften in das Diagramm eingetragen wurde, lassen sich aus der Datenwolke weitere Aussagen gewinnen. Im Westteil gilt, dass die AfD mit zunehmender Stärke der SPD ebenfalls besser abschnitt. Diese Beobachtung gilt für die östliche Stadthälfte nicht durchgehend. Die Gruppe der östlich gelegenen Briefwahlbezirke müsste ebenfalls aufgeteilt werden, da in ihr gegenläufige Zusammenhangsrichtungen erkennbar zu sein scheinen.

Christdemokraten und AfD bilden eine dreieckige Punktwolke, die gleichfalls zwischen Ost- und Westteil separiert (Abbildung a 2). Entfallen mehr als ein Fünftel (Ostteil) bzw. ein Viertel (Westteil) der Stimmen in einem Briefwahlbezirk auf die CDU, dann zeigt sich eine hemmende Wirkung auf die Ergebnisse der AfD.

Stark separiert sind die zwei Punktwolken, die sich ergeben, wenn die AfD gegen DIE LINKE abgetragen wird (Abbildung a 4). Eine negative Beziehung, also eine gegenläufige, hemmende, zeigt sich nur im Westteil der Stadt: Je stärker DIE LINKE hier abschneidet, desto geringer sind in diesen „Kiezen“ die AfD-Ergebnisse.

Ein ganz abweichendes Muster weisen die GRÜNEN auf (Abbildung a 3). Die langgestreckte, fallende Punktwolke separiert nicht zwischen dem Ost- und dem Westteil Berlins. Beide Anpassungskurven stützen die Aussage, dass der AfD-Anteil desto geringer ist, je besser die GRÜNEN abschneiden. Möglicherweise findet sich hier ein Anhaltspunkt für das Vorhandensein eines sozial-moralischen Milieus, das eine prägende Kraft im sozialräumlichen Lebensum-

feld hat und auch erheblich weniger durch die historische Teilung der Stadt bis 1990 geprägt ist.

Bilden Parteipräferenzen räumlich zusammenhängende Strukturen aus?

Bilden die Briefwahlbezirke, in denen eine Partei überdurchschnittlich abschnitt, größere zusammenhängende Gebiete? Beginnend mit einem geeigneten Maß für die räumliche Korrelation sollen danach flächenbezogene Farbstufenkarten (Choroplethenkarten) und Kerndichtekarten herangezogen werden.

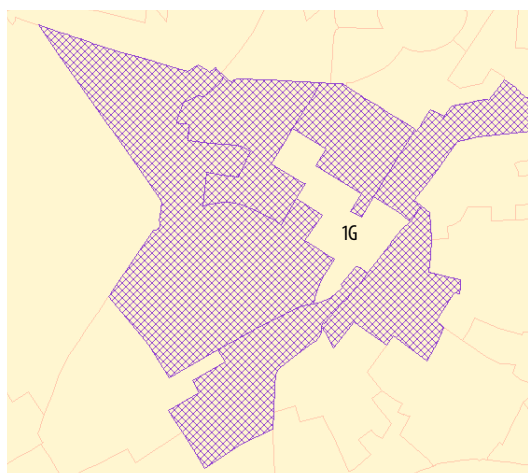
In die Berechnung von Spannweite, Varianzkoefizient und Korrelation gehen zwar räumlich abgegrenzte Einheiten ein, die Briefwahlbezirke und deren räumlicher Bezug zueinander bleibt dabei aber unberücksichtigt. Um einen Raumbezug herzustellen, soll zunächst mit dem globalen Moran's I berechnet werden, ob zwischen den Ergebnissen in einem Briefwahlbezirk und denen in seinen Nachbarbezirken ein Zusammenhang besteht. Für Moran's I wird dazu eine Matrix der Nachbarschaftsbeziehungen berechnet [12]. Abbildung b zeigt ein Beispiel: Der Briefwahlbezirk Steglitz-Zehlendorf 1G hat sechs Nachbarbezirke.

Im Ergebnis weist die SPD eine hohe, wenn auch im Vergleich mit den anderen Parteien geringere, räumliche Korrelation auf (Tabelle 5). Den höchsten Moran's I-Wert erreicht DIE LINKE mit 0,91. Diese hohen räumlichen Korrelationen müssten sich in den Karten wiederfinden.

Choroplethenkarten

In den Choroplethenkarten der Abbildungen c 1 bis c 4 ist die Verteilung der AfD im Stadtgebiet dargestellt. Die Anteile der AfD lagen zwischen 2,5% und 30,7%, die für die Darstellung in einer farblich oder grau gestuften Karte zu wenigen Klassen zusammengefasst werden müssen. In den Abbildungen c 1 und c 2 werden für die Klassierung gleich breite Intervalle verwendet, mit vier und bzw. fünf Intervallklassen.

b | Nachbarschaftsbeziehungen für die Berechnung räumlicher Maße am Beispiel des Briefwahlbezirks Steglitz-Zehlendorf 1G



5 | Räumliche Korrelation der Anteile ausgewählter Parteien bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

Partei	Moran's I
SPD	0,72
CDU	0,88
GRÜNE	0,85
DIE LINKE ...	0,91
FDP	0,88
AfD	0,87

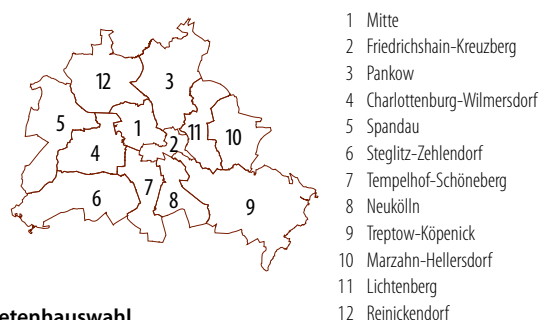
Visuell wird Abbildung c 1 von der Trennung zwischen der östlichen Peripherie und den anderen Teilen der Stadt beherrscht. Durch die Erweiterung auf fünf Klassen in Abbildung c 2 gewinnt die Raumstruktur an Kontur; erkennbar wird ein gebogener Streifen im Norden Berlins, in dem die AfD ebenfalls mehr Anklang fand. Der Nord- und Südosten treten ebenfalls stärker hervor. Durch die Aufteilung aller Briefwahlbezirke auf vier gleich stark besetzte Gruppen in Abbildung c 3 („Quantile“) tritt der nach Südwesten offene Ring der ergebnisstärkeren Gebiete stärker in Erscheinung. Werden die Klassengrenzen nach dem Jenks-Caspall-Algorithmus bestimmt, wirkt die Raumstruktur visuell differenzierter (Abbildung c 4).

Bei Quantilen und Jenks-Caspall wird auf gleiche Klassenbreiten verzichtet; eine wichtige Konvention bei der Klassierung kontinuierlicher Merkmale, um eine Vergleichbarkeit innerhalb der Skala zu unterstützen. Statt einer einfachen Quantilsaufteilung mit gleich stark besetzten Klassen bestimmt Jenks-Caspalls „natural breaks“-Ansatz die Klassengrenzen so, dass die Streuung innerhalb einer Klasse minimiert wird (sie möglichst homogen ist) und zwischen den

Klassen maximiert wird (die Klassen sich unterscheiden).

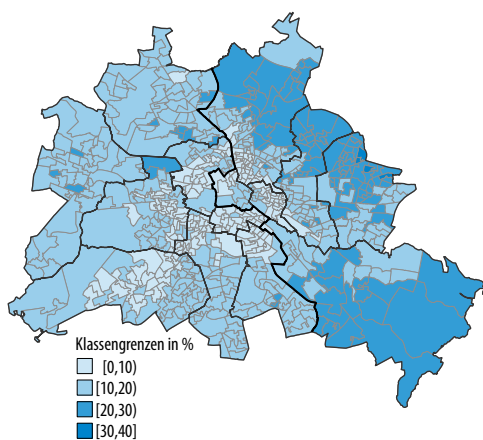
Die Wahl der Klassengrenzen, durch die die verfügbare Information vergrößert und durch die Zahlen in Flächen und Farben übersetzt werden, beeinflusst die Wahrnehmung der kartografischen Darstellung erheblich. Eine weitere mindestens ebenso gravierende, aber ebenfalls nicht leicht lösbare Schwierigkeit resultiert aus den ganz unterschiedlich großen Flächen zwischen dichtbesiedelten Zentrumsarealen und der Peripherie. So bestehen erhebliche Flächenunterschiede zwischen den Briefwahlbezirken, der kleinste (4F) liegt in Friedrichshain-Kreuzberg

Berliner Bezirke

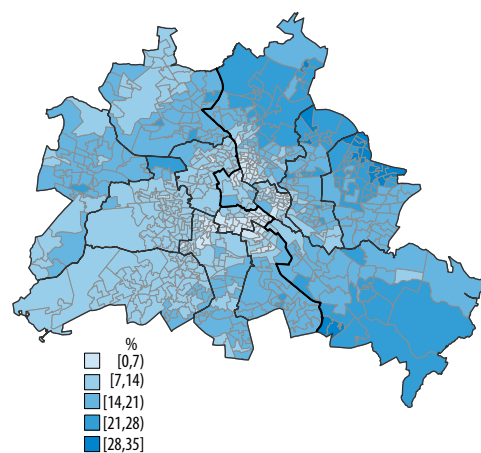


c | Kartierung der Zweitstimmenanteile der AfD bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016 nach unterschiedlichen Ergebnisklassierungen

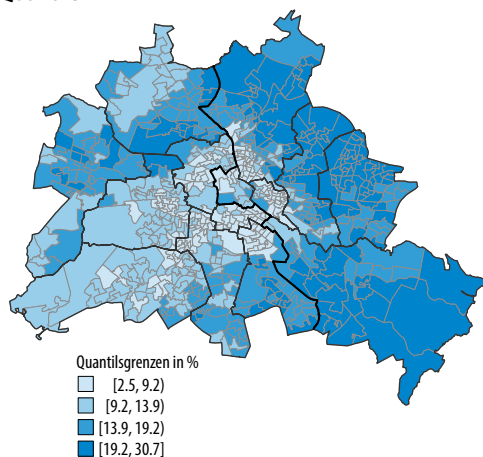
1 | Gleiche Intervalle (Schrittweite: 5 Prozentpunkte)



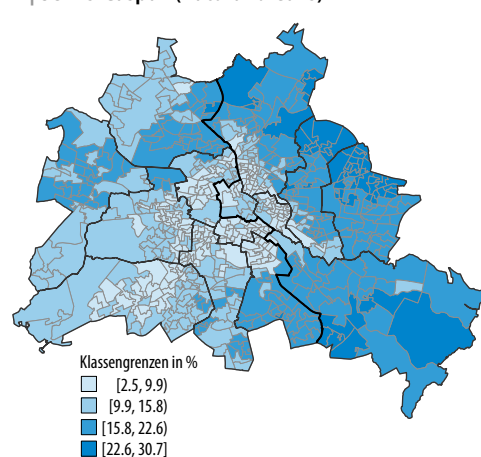
2 | Gleiche Intervalle (Schrittweite: 7 Prozentpunkte)



3 | Quantile



4 | Jenks-Caspall (natural breaks)



Verlauf der ehemaligen Grenze —

an der Grenze zu Pankow und hat eine Größe von 10 Hektar. Der größte Briefwahlbezirk (5E) liegt in Treptow-Köpenick an der Landesgrenze und kommt auf 3429 Hektar bzw. 34,3 km². Von der Gesamtberliner Fläche entfallen auf den Briefwahlbezirk 5E in Treptow-Köpenick 3,85% und von den gesamten Stimmen für die AfD sind es lediglich 0,48%. Werden Ergebnisse auf der Basis dieser Flächen visualisiert, entsteht durch das verliehene stark unterschiedliche Gewicht der optisch wirksamen Teilflächen schnell ein falscher Eindruck von den tatsächlichen räumlichen Verteilungsmustern. In Tabelle 6 ist die Abweichung zwischen Stimmenaufkommen und Fläche zusammengestellt.

Zusammengefasst unterliegen Choroplethenkarten den folgenden Einschränkungen:

- Die Darstellung ist nicht flächentreu, dünn besiedelte Gebiete erhalten ein zu großes optisches Gewicht.
- Gebiete werden als in sich homogen dargestellt (einheitliche Färbung), was sie aber häufig nicht sind.
- Durch die Klassierung gehen Informationen verloren und an den Intervallgrenzen führen bereits kleine numerische Änderungen zu einem Klassenwechsel und damit zu einer anderen Kodierung in der Karte (gilt insbesondere bei einem Vergleich über die Zeit).
- Die Darstellung von geänderten teilräumlichen Gebietszuschnitten ist problematisch (Wahlgebiete müssen häufig an die Bevölkerungsentwicklung angepasst werden).

Kerndichtekarten

Einen anderen Ansatz verfolgen Karten auf der Basis von Kerndichteschätzungen, sie basieren auf punkt- und nicht flächenbezogenen Daten. Im einfachsten Fall würden die geografischen Zentren der Briefwahlbezirke als Lagepunkte genommen und darüber – in einem Suchradius für benachbarte Punkte sowie einer mathematisch-statistischen Kernfunktion – die Kerndichten der Parteistimmen geschätzt, die dann aufsummiert ein „glattes“ Dichterelief ergeben. Dort, wo die Dichte hoch ist, sind besonders viele Wählerinnen und Wähler einer Partei lokalisiert.

Diese Dichteberechnung und Dichtedarstellung ist unabhängig von administrativen oder anderen geografischen Grenzen, allerdings nicht von den Koordinaten des Beobachtungspunktes, dem Mittelpunkt des Briefwahlbezirks, an dem alle Wählerstimmen aggregiert ausgewiesen werden. Die Verteilungsstruktur innerhalb dieses Briefwahlbezirks wird durch diesen Mittelpunkt aber möglicherweise schlecht bzw. fehlerhaft repräsentiert.

Der von den Forschern Prof. Dr. Ulrich Rendtel, Prof. Dr. Timo Schmid, Dr. Marcus Groß und Sebastian Schmon am Institut für Statistik und Ökonometrie der Freien Universität Berlin sowie Prof. Nikos Tzavidis von der University of Southampton entwickelte [13], [14], [15] und von Marcus Groß als Statistiksoftwarepaket in R implementierte Ansatz [16] erweitert die einfache Kerndichteschätzung um ein Fehlerkorrekturmodell, das die Lage der Wahrscheinlichkeitsmassen im Wahlgebiet iterativ korrigiert.

Für die Forschungsarbeiten konnten in einer Kooperation zwischen Prof. Dr. Rendtel und dem Amt für Statistik Berlin-Brandenburg reale georeferenzierte Registerdaten im Forschungsdatenzentrum des Amtes genutzt werden, um die Brauchbarkeit und Performanz des Ansatzes testen und optimieren zu können.

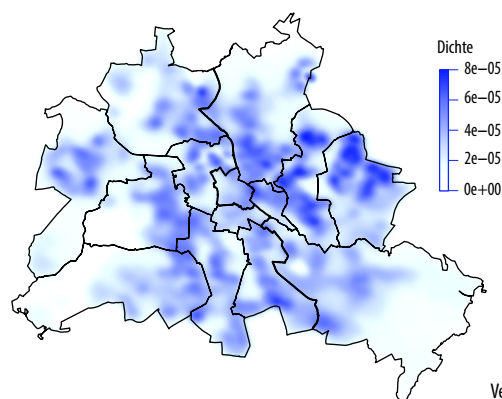
Die Ergebnisse einer Anwendung dieses räumliche Fehler korrigierenden Ansatzes auf die Darstellung der Wahlergebnisse sollen kurz vorgestellt und erläutert werden.

6 | Abweichung zwischen Stimmenaufkommen und Fläche bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

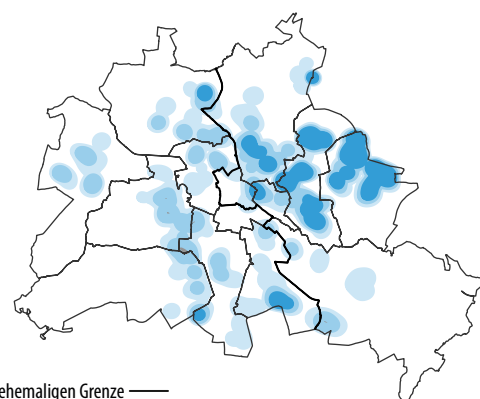
Klasseneinteilung nach Jenks-Caspall von ... %	Anteil am gesamten Stimmenaufkommen der AfD	Anteil an der Gesamtfläche	Differenz
	%	%	%-Punkte
0 bis einschl. 9,9 ...	16,1	12,6	-3,4
9,9 bis einschl. 15,8 ...	25,5	34,3	8,8
15,8 bis einschl. 22,6 ...	42,0	39,0	-3,0
22,6 bis einschl. 30,7 ...	16,4	14,1	-2,4

d | Kerndichte- und Höhengschichtkarte der Absolutstimmen der AfD bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

1 | Dichte



2 | Höhengschichten für 50%, 25% und 10%



Kerndichte der absoluten Parteistimmen

In Abbildung d 1 ist die Dichte der AfD-Wählerinnen und -Wähler im Stadtgebiet kartiert. Je dunkler eine Region ist, desto höher ist die Dichte der Wählerinnen und Wähler in diesem Areal. Da der Fokus auf den Gebieten mit hoher Dichte liegen soll, wurde das Gesamtvolumen der Dichteverteilung in Höhengschichten (Schnitten an den Konturlinien) unterteilt (Abbildung d 2), und zwar jeweils die oberen 50 %, 25 % und 10 %. Durch diese Konturschnitte schälen sich die Gebiete hoher Dichte klar erkennbar heraus. Im Vergleich zu den Choroplethenkarten in Abbildung c treten die Gebiete am nordöstlichen und südöstlichen Stadtrand nicht mehr als Schwerpunkte in Erscheinung. Die AfD hat sowohl innenstadtnah wie am Stadtrand Gebiete mit einer hohen Dichte der für die Partei stimmenden Wählerinnen und Wähler, ihrer Absolutstimmen.

Für SPD, CDU, GRÜNE, DIE LINKE und FDP sind in Abbildung e die Höhengschichten aus den Dichtebe-rechnungen dargestellt.

Bezogen auf den Raum gibt es in den hervor-gehobenen Arealen eine hohe Stimmendichte. Ganz offensichtlich hängt diese Dichte mit der Be-völkerungsdichte zusammen, sodass die Anteile der Parteien erneut betrachtet werden sollen.

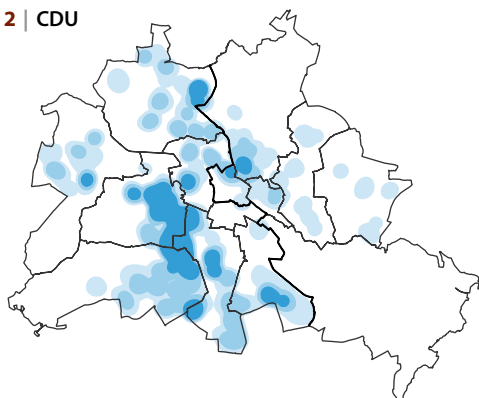
Kerndichte der geschätzten Parteienteile

Die Kerndichte der absoluten Stimmen für eine Partei kann in einem Areal hohe Werte annehmen, obwohl diese Partei dort weniger Stimmen erzielte als eine andere Partei (oder andere Parteien), da sich die Schätzrechnungen auf die Absolutstimmen für diese Partei beziehen und die anderen Parteien nicht einbezogen werden. Karten mit der Kerndichte der absoluten Parteistimmen (wie in den Abbildung e) beantworten die Frage: „Wo leben besonders viele Unterstützer?“ Richtet sich die Frage mit „Wo war die Unterstützung unter allen Wählerinnen und Wählern am größten?“ an das Elektorat, so muss der Quotient aus der Dichte der Zweitstimmen und gültigen Stimmen geschätzt werden. In den Karten

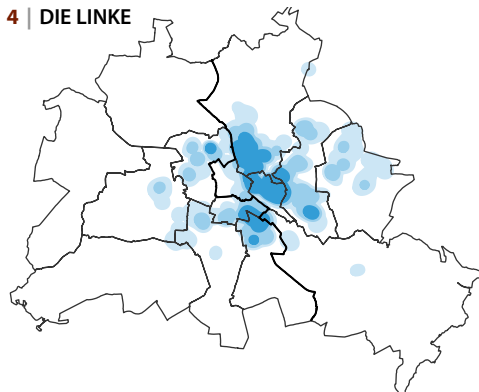
e | Höhengschichtkarten für 50 %, 25 % und 10 % der Kerndichten der Absolutstimmen für ausgewählte Parteien bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016

Verlauf der ehemaligen Grenze —

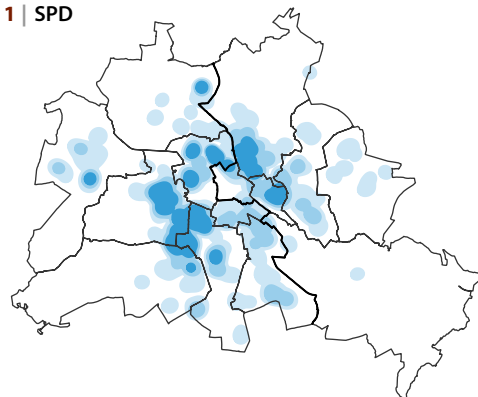
2 | CDU



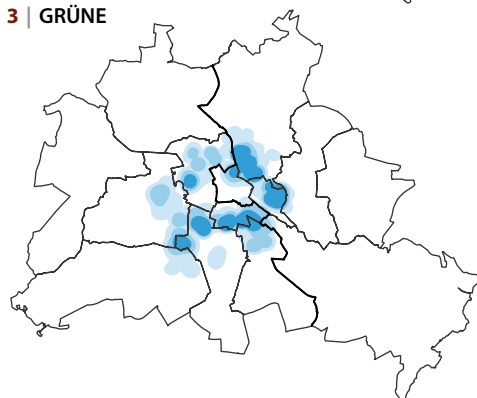
4 | DIE LINKE



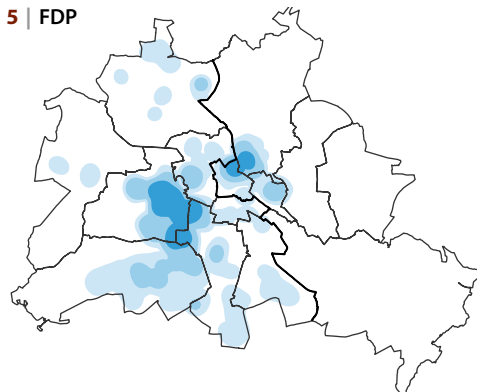
1 | SPD



3 | GRÜNE



5 | FDP



der Abbildungen f 1 a bis f 6 werden die Ergebnisse dieser Schätzungen dargestellt [17].

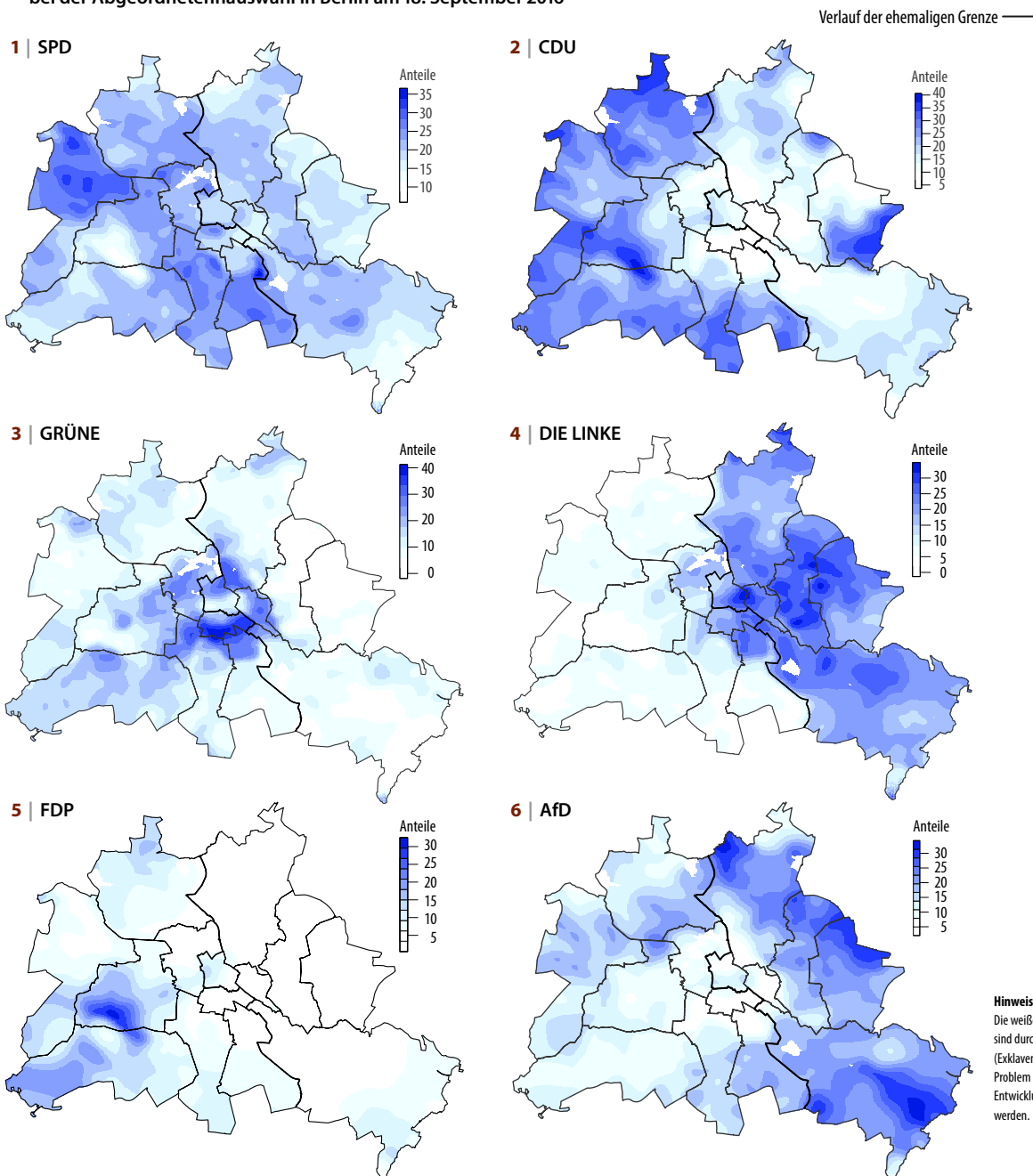
Bezogen auf die Kerndichten der absoluten Stimmen resultieren bei dieser modifizierten Frage an die Daten erwartungsgemäß andere Raumstrukturen. Die berechneten räumlichen Verteilungsstrukturen ähneln grundsätzlich den Mustern der Choroplethenkarten, sind aber weder durch eine Klassierung noch durch Gebietsgrenzen eingeschränkt, die irreführende Signale setzen könnten. „Hot Spots“ und Diaspora-Gebiete („Cold Spots“) mit geringem Zuspruch treten deutlicher hervor.

Die „Hot Spots“ der SPD liegen in der westlichen Stadthälfte, in Spandau und Neukölln. Bei der CDU finden sich solche „heißen Zonen“ im Westteil, aber auch in Marzahn-Hellersdorf (zum Vergleich

auch: [18]). In der hufeisenförmigen Struktur der GRÜNEN im Innenstadtbereich liegen die „Hot Spots“ in Friedrichshain-Kreuzberg. Für DIE LINKE befinden sich diese Areale in Mitte, Friedrichshain-Kreuzberg, Lichtenberg und Marzahn-Hellersdorf sowie in Treptow-Köpenick. Charlottenburg-Wilmersdorf ist eine Hochburg der FDP, während die AfD ihre „Hot Spots“ an verschiedenen Stellen entlang der östlichen Landesgrenze hat, und zwar in Pankow, Marzahn-Hellersdorf und Treptow-Köpenick.

Im Vergleich zeigt sich, dass die Parteien je ein eigenes räumliches Profil mit unterschiedlich starker (d.h. auch nicht vorhandener) Ausprägung nach Zentrum/Peripherie und Ost- bzw. Westhälfte der Stadt haben.

f | Anteile ausgewählter Parteien aus Kerndichteschätzungen bei der Abgeordnetenhauswahl in Berlin am 18. September 2016



Fazit

Dichtekarten, die nicht auf den organisatorischen bzw. administrativen Gebietsgliederungen basieren, ermöglichen eine andere Perspektive auf die räumliche Verteilung und Konzentration von Parteistimmen. Visuelle Verzerrungen, wie sie durch die Abhängigkeit von der Größe der farbkodierten Wahlgebietsflächen bei Choroplethenkarten entstehen, können nicht auftreten. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Gebietsflächen nicht als homogen behandelt werden, sondern dass die räumliche Inhomogenität durch eine Fehlerkorrektur geschätzt und adjustiert wird. Kerndichten sind glatt und weisen keine Sprungstellen auf. Dies gilt für das darzustellende Merkmal wie auch für das entstehende räumliche Muster, das nicht den vielen Ecken und Kanten der „natürlichen“ Gebietseinheiten folgen muss, sondern deren Verlauf glatt ist und deren räumliche Muster – so vorhanden – damit klarer konturiert hervortreten. Die Kerndichteschätzungen können gut zur Lokalisierung von „Hot Spots“ verwendet werden. Aus diesen Hot Spots ließen sich möglicherweise Ansätze für eine Operationalisierung von Hochburgen bzw. Diasporagebieten mit wenig Zuspruch gewinnen.

Wünschenswert wäre jedoch, wenn innenliegende Gebiete, wie z. B. große Wald- oder Wasserflächen, von der Schätzung ausgeschlossen werden könnten, um die Schätzungen weiter zu optimieren.

Hartmut Bömermann
leitet die Abteilung
Bevölkerung und Regional-
statistik des Amtes für
Statistik Berlin-Brandenburg.

Danksagung

Ohne die Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Rendtel, Lehrstuhl für Statistik am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Freien Universität Berlin, wäre das hier kurz vorgestellte Kartenprojekt nicht möglich gewesen. Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Marcus Groß, der sowohl die Implementierung wie die methodische Weiterentwicklung vorangetrieben hat und so freundlich war, eine weiterentwickelte Version des R-Packages „Kernelheaping“ vorab zur Verfügung zu stellen. Herr Dr. Groß ist mittlerweile für die Berliner Beratungsfirma INWT Statistics tätig, einer Ausgründung aus dem Institut für Statistik und Ökonometrie.

Quellen

- [1] Die Landeswahlleiterin für Berlin (2016): Wahlen zum Abgeordnetenhaus 2016; URL: www.wahlen-berlin.de/wahlen/BE2016/afspraes/index.html, Stand: 07.02.2017.
- [2] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2016): Bericht der Landeswahlleiterin. Wahlen in Berlin am 18. September 2016. Abgeordnetenhaus, Bezirksverordnetenversammlung; URL: www.wahlen-berlin.de/Wahlen/BE2016/afspraes/download/SB_B07-02-03_2016j05_BE.pdf, Stand: 07.02.2017.
- [3] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2016): Wahl zum Abgeordnetenhaus von Berlin am 18. September 2016. Wählerverhalten und soziales Umfeld – eine Aggregatdatenanalyse; URL: www.wahlen-berlin.de/Wahlen/BE2016/afspraes/download/Wahlanalyse_AGH2016_endg.pdf, Stand: 07.02.2017.
- [4] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2016): Wahl zum Abgeordnetenhaus von Berlin am 18. September 2016. Repräsentative Wahlstatistik; Statistischer Bericht B VII 2-5 – 5j / 16; URL: www.wahlen-berlin.de/wahlen/BE2016/SB_B07-02-05_2016j05_BE.pdf, Stand: 07.02.2017.
- [5] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2016): Interaktiver Wahlatlas zur Abgeordnetenhauswahl 2016; URL: www.statistik-berlin-brandenburg.de/instantatlas/interaktivekarten/WAHLEN-BE_2016/atlas.html?Ptyp=270&Sageb=14000&creg=BBB&anzwer=5, Stand: 07.02.2017.
- [6] Geert Baasen (2016): Berliner Wahlen 2016 – Wahlkreise und Strukturdaten. In: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (Hrsg.): Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg, Heft 2/2016, S. 48–52; URL: www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen/aufsaetze/2016/HZ_201602-05.pdf, Stand: 07.02.2017.
- [7] The R Project for Statistical Computing; URL: www.r-project.org/, Stand: 07.02.2017.
- [8] Joseph Adler (2012): R in a Nutshell. A Desktop Quick Reference, Second Edition; O'Reilly.
- [9] Apparicio, Philippe; Petkevich, Valera; Charron, Mathieu (2008): Segregation Analyzer: a C#.Net application for calculating residential segregation indices, In: Cybergeog: European Journal of Geography, Nr. 414.
- [10] Luc Anselin (2016): Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook; University of Illinois; URL: www.csiss.org/clearinghouse/GeoDa/geodaworkbook.pdf; URL für Programm und Handbuch: geodacenter.github.io/, Stand: 07.02.2017.
- [11] Geometrien und Wahl- sowie Wahlstrukturdaten stehen unter der offenen Lizenz CC-BY und sind über das Open Data Portal des Landes Berlin recherchierbar; URL: daten.berlin.de, Stand: 07.02.2017.
- [12] John Odland (1998): Spatial Autocorrelation, Scientific Geography Series, Vol. 9, Sage: Beverly Hills.
- [13] Sebastian Schmon (2014): Informationsverlust durch Anonymisierung am Beispiel der Berliner Einwohnerregisterdaten. Anpassungsgüte nichtparametrischer Dichteschätzer bei diskretisierten Daten. In: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (Hrsg.): Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg, Heft 3/2014; URL: https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/produkte/zeitschrift/2014/HZ_201403.pdf, Stand: 07.02.2017.
- [14] Groß, Marcus; Rendtel, Ulrich; Schmid, Timo; Schmon, Sebastian; Tzavidis, Nikos (2015): Estimating the density of ethnic minorities and aged people in Berlin: Multivariate kernel density estimation applied to sensitive geo-referenced administrative data protected via measurement error; Freie Universität Berlin, School of Business & Economics, Discussion Paper, Heft 7/2015; URL: edocs.fu-berlin.de/docs/receive/FUDOCSDocument_000000021963, Stand: 07.02.2017.
- [15] Groß, Marcus; Rendtel, Ulrich; Schmid, Timo; Schmon, Sebastian; Tzavidis, Nikos (2016): Estimating the density of ethnic minorities and aged people in Berlin: multivariate kernel density estimation applied to sensitive georeferenced administrative data protected via measurement error. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society), Bd. 179, Heft 2/2016, Wiley & Sons; URL: dx.doi.org/10.1111/rssa.12179, Stand: 07.02.2017.
- [16] Groß, Marcus (2016): Kernel Density Estimation for Heaped and Rounded Data; R-Package Kernelheaping; URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/Kernelheaping/index.html>, Stand: 07.02.2017.
- [17] Für die Berechnungen stellte Marcus Groß eine Weiterentwicklung des R-Packages Kernelheaping zur Verfügung.
- [18] Interaktiver Wahlatlas der Berliner Morgenpost: Abgeordnetenhauswahl 2016 in Berlin: Alle Stimmen der 1 779 Wahllokale; URL: berlinwahlkarte2016.morgenpost.de/, Stand: 07.02.2017.